Der Einfluss der einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke und verschieden alte Associationen.

Inaugural-Dissertation

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

hohen philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Donnerstag, 19. Mai 1904, vorm. 10 Uhr in der Aula Leopoldina

öffentlich verteidigen wird

Otto Lipmann.

Opponenten:
Herr cand. phil. Ernst Hellinger.
Herr Referendar Felix Schreuer.

Leipzig.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.
1904.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548201_0119

Lebenslauf.

Ich, Otto Lipmann, wurde am 6. März 1880 als Sohn des jetzt verstorbenen Kaufmanns Emmo Lipmann und seiner Ehefrau Hulda, geb. Salomon, in Breslau geboren, besuchte von Ostern 1886 bis Ostern 1893 die Vorschule und ersten Gymnasialklassen des hiesigen Kgl. König Wilhelms Gymnasiums, dann bis Oktober 1896 das städtische Johannes-Gymnasium. Von November 1896 bis März 1897 in einer Handelsschule kaufmännisch vorgebildet, trat ich am 1. April 1897 in das hiesige Bankhaus von Herrn E. Heimann als Lehrling ein und verblieb daselbst ein Jahr. Da ich es jedoch vorzog, mich der Wissenschaft zu widmen, so gelang es mir, nach halbjähriger privater Vorbereitung Oktober 1898 in die Oberprima des Gymnasiums zu Guben aufgenommen zu werden, wo ich nach einem Jahre die Reifeprüfung bestand. Ich studierte dann zwei Semester, von Oktober 1899 bis Oktober 1900, in München, wo ich gleichzeitig meiner militärischen Dienstpflicht genügte und bei der philosophischen Fakultät inskribiert war. Derselben gehörte ich dann auch in Breslau, wo ich von Ostern 1900 bis Ostern 1902, in Berlin, wo ich von Ostern 1902 bis Oktober 1902 studierte, und seitdem wieder in Breslau an.

Ich besuchte die Vorlesungen und Kurse folgender Herren Dozenten:

in München: Brunn;

in Berlin: Dessoir, Lasson, Lehmann-Filhés, Paulsen, Schäfer, Schumann, Stumpf;

in Breslau: Baumgartner, Ebbinghaus, Freudenthal, Herz, Kükenthal, Ladenburg, London, Rosanes, Stern.

Allen diesen Herren bin ich zu grofsem Danke verpflichtet. Insbesondere möchte ich an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Ebbinghaus für die wertvollen Ratschläge, die er mir bei Abfassung meiner Arbeit zuteil werden liefs, danken.

Thesen.

I.

Die Ähnlichkeitsassoziationen lassen sich zwanglos auf Erfahrungsassoziationen zurückführen.

II.

Die Möglichkeit einer nicht-euclidischen Geometrie besagt nichts gegen KANTS transzendentale Ästhetik.

III.

Eine fehlerfreie Aussage kann leichter in zusammenhängender Erzählung als durch Antworten auf einzelne Fragen erzielt werden.

(Aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Breslau.)

Die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke und verschieden alte Assoziationen.

Von

Otto Lipmann.

Erstes Kapitel.

Einleitung. — Historisches.

Bekanntlich erhöht sich die Assoziationsfestigkeit eines Stoffes mit der Anzahl der zu seiner Einprägung verwandten Wiederholungen. Aber es ist nicht von vornherein selbstverständlich, ja sogar unwahrscheinlich, dafs jede der zum Erlernen gebrauchten Wiederholungen gleichviel zu Erhöhung der Assoziationsfestigkeit beiträgt. Vielmehr erscheint es naheliegend, anzunehmen, dafs der Einprägungswert einer Wiederholung davon abhängt, ob und in welchem Stärkegrade die betreffende Assoziation schon vorher bestand. Um also dieser Frage experimentell näher treten zu können, mufs man zunächst einen Mafsstab für jenen Stärkegrad besitzen, und solcher Mafsstäbe verwendet man neuerdings 3, die „Ersparnis", die „Hilfen", die „Treffer".

Schon Ebbinghaus, der erste, der überhaupt das Gedächtnis experimentell untersuchte (Über das Gedächtnis, Leipzig 1885), hat sich die Frage gestellt, in welchem Verhältnis das Beherrschen eines Stoffes zu der Anzahl der zu seiner Einprägung verwandten Wiederholungen steht. Er las 16teilige Silbenreihen 8, 16, 24 . . . . mal hintereinander und stellte nach 24 Stunden fest, wie vieler Sekunden diese Reihen nunmehr zu ihrer völligen Erlernung bedürfen. Indem er diese Zeiten mit denen verglich,

die unbekannte Reihen zu ihrer Erlernung brauchen, fand er die Ersparnis, die durch das 24 Stunden zuvor erfolgte, ver schiedenmalige Durchlesen erzielt worden war. Und zwar war diese Ersparnis der Anzahl jener Wiederholungen annähernd proportional, wurde aber, wo es sich um sehr vielfache Wiederholungen handelte, allmählich immer geringer.

Die Frage, die Ebbinghaus sich gestellt hatte, läfst sich aber weit exakter beantworten, wenn man nicht den Einfluſs von Wiederholungsgruppen, sondern den der einzelnen Wiederholungen selbst mifst, und indem man ferner diesen Einfluſs sofort, nicht erst nach 24 Stunden feststellt.

Smith (*The Place of Repetition in Memory, Psychol. Rev.* 3, S. 21, 1896) vermied den ersten der eben genannten Mängel wenigstens teilweise, indem er die Zahl der zur Verwendung gelangenden Wiederholungszahlen in engeren Grenzen variierte. Aber ein Mangel seines Verfahrens wiederum war die Art und Weise der Prüfung. Er maſs nämlich die Assoziationsfestigkeit 1, 3, 6, 9, ... mal gelesener 10gliedriger Silbenreihen an der Anzahl der spontan reproduzierten Silben. Dabei ergab sich als Hauptresultat, daſs die Anzahl der nach einer Wiederholung behaltenen Silben schon mehr als halb so groſs ist, als die der nach 12 Wiederholungen reproduzierbaren, daſs im übrigen aber die Zahl der reproduzierbaren Silben ziemlich gleichmäſsig mit der Wiederholungszahl zunimmt.

Ebbinghaus hat dann selbst noch einmal Versuche (*Grundr. der Psych.* 1, S. 612) angestellt, in denen er die Fehler seiner ersten Versuche vermied. Er verfuhr hier nach der Methode der Hilfen, d. h. er las eine unzusammenhängende Reihe von 10 einsilbigen Worten 1, 2, 3, ... mal durch und stellte dann fest, wieviel mal bei dem unmittelbar darauf in einem bestimmten Tempo erfolgenden Hersagen eingeholfen werden muſste. Auch hier ergab sich, abgesehen von der ersten Wiederholung, deren Wert den jeder anderen ganz bedeutend überwog, annähernde Proportionalität zwischen der Zahl der Lesungen und der ohne Hilfe reproduzierten Worte. Jedoch haben hier schon „die späteren Wiederholungen einen etwas geringeren Einprägungswert als die auf die erste unmittelbar folgenden Wiederholungszahlen“ (S. 675).

Trotzdem die Resultate der letzterwähnten, nach der Methode der Hilfen angestellten Versuche Ebbinghaus' noch gut mit

denen seiner ersten, nach dem Ersparnisverfahren gewonnenen übereinstimmten, erschien es wünschenswert, die interessante Frage nach dem Werte, den die einzelne Wiederholung bei der Einprägung eines Stoffes hat, auch noch nach der dritten der zur Verfügung stehenden Verfahrungsweisen, dem sog. „Treffer"-Verfahren, zu untersuchen, und ich folgte daher gern einer dahingehenden Anregung des Herrn Professor Ebbinghaus.

Eine weitere Frage, die ich mir stellte, betraf die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden alte Assoziationen. Die Anregung dazu bot der von Jost (Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen, *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **24**, S. 459) aufgestellte Satz: „Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung gröfseren Wert." Jost hat denselben gewonnen, indem er Stoffe, die eine gewisse Anzahl von Malen gelesen waren, bald unmittelbar darauf, bald nach einer gewissen Zeit entweder nach dem Ersparnis- oder nach dem Trefferverfahren prüfte und dabei zu scheinbar einander widersprechenden Resultaten gelangte.

Das zuerst von Müller und Pilzecker (Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* Erg.-Bd. I) angewandte Treffer- und Zeitverfahren besteht darin, dafs von einer ein- oder mehrmals gelesenen Reihe sinnloser Silben einzelne gezeigt werden mit der Aufforderung, die der vorgezeigten Silbe in der ursprünglichen Reihe folgende zu nennen. Man mifst dann die Assoziationsfestigkeit dieser Reihe an der Zahl der richtig reproduzierten Silben und der Zeit, die verflossen war, bis die Silbe richtig reproduziert wurde. —

Der erwähnte Unterschied der Resultate des Ersparnis- und des Trefferverfahrens ist nun der folgende: Man kann von einer Reihe, die man vor einiger Zeit einmal auswendig gekonnt hat, nur wenig mehr wissen, würde also wenige Treffer erhalten, braucht aber doch nur wenig Wiederholungen zu einer vollständigen Wiedereinprägung, was eine grofse Ersparnis gegenüber einer ganz neu zu erlernenden Reihe bedeutet; andererseits weifs man von einer eben einmal durchlesenen Reihe viele Einzelheiten, würde also viele Treffer erhalten, während doch die Ersparnis an Wiederholungen bis zum gänzlichen Erlernen gegenüber einer ganz neu zu erlernenden Reihe klein ist.

Weifs man also von einem alten und einem jungen Stoffe gleich viele Einzelheiten, so wird der ältere durch weniger Wiederholungen als der neue völlig erlernt. Das besagt der vorher erwähnte Jostsche Satz.

Trotzdem sich gegen diese Ableitung desselben wohl nicht viel einwenden läfst, erschien mir doch eine noch exaktere experimentelle Nachprüfung gerechtfertigt.

Es handelte sich also um die Beantwortung der folgenden beiden Fragen:

1. Wie verhalten sich die Einprägungswerte der zum Erlernen eines Stoffes erforderlichen Wiederholungen zu einander, d. h. wie ändert sich der Einprägungswert einer oder mehrerer Neuwiederholungen mit der bereits erreichten Assoziationsstärke?

2. Wie verhält sich die durch eine gewisse Zahl von Neuwiederholungen erzielte Verstärkung einer Assoziation von bestimmtem Alter zu der durch die gleiche Wiederholungszahl erzielten Verstärkung einer Assoziation von geringerem Alter?

Erster Teil.

Die Versuche.

Zweites Kapitel.

Anordnung der eigenen Versuche.

§ 1.

Das Verfahren.

Ich benutzte in allen meinen Versuchen ausschliefslich das eben erwähnte Trefferverfahren, das bereits von seinen Erfindern, Müller und Pilzecker, derart ausgebildet worden ist, dafs sich wesentliche Änderungen nicht als notwendig herausgestellt haben. Nur verzichtete ich bei meinen Versuchen auf eine Messung auch der zum Reproduzieren erforderlichen Zeit, weil ich diese bei meiner Fragestellung nicht für sehr wesentlich hielt und daher glaubte, auf den dazu besonders erforderlichen komplizierten Apparat verzichten zu können. —

§ 2.

Der Lernstoff.

Schon Ebbinghaus hatte die Notwendigkeit erkannt, dafs man, um den Prozefs des Lernens zu analysieren, zunächst das

rein mechanische Lernen untersuchen müsse, d. h. das rein klangliche bzw. bildliche bzw. motorische Aneinanderreihen von sprachlichen Gebilden unter möglichster Vermeidung sinnvoller Assoziationen. Er hatte daher bereits in seinen ersten Versuchen mit sinnlosen Silbenreihen operiert. Müller und Schumann (Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses, *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **6**, S. 81) haben dann zuerst mehr Sorgfalt auf den Aufbau dieser Silbenreihen verwandt, immer unter dem Gesichtspunkte, eine möglichst gleichmäfsig leichte Erlernbarkeit zu erreichen, also alle, nicht im Sinne der Aufgabe liegenden, sei es sinnvollen, sei es Ähnlichkeits-, Kontrast- oder dgl. Assoziationen nach Möglichkeit auszuschalten.

Man könnte zunächst meinen, dafs sich dies noch leichter müsse erreichen lassen, wenn man auf noch elementarere Gebilde, als es bereits die aus zwei Konsonanten und einem von diesen eingeschlossenen Vokale bestehenden Silben sind, zurückgeht.

Jedoch stellte sich bei der ausschliefslichen Verwendung von Buchstaben sehr bald heraus, dafs der Vorteil der Einfachheit durch die geringe Variabilität des Stoffes aufgewogen wurde: Es kehrten in den zu erlernenden Reihen zu häufig dieselben Buchstaben wieder, und dies machte die erstrebte Gleichmäfsigkeit des Lernstoffes zunichte. Es erschien daher zweckmäfsiger, die Reihen aus Buchstaben und Zahlen zu kombinieren; also z. B. 79 i, 31 z, ... ; denn ein- und sogar auch zweistellige Zahlen sind wohl noch einfachere Gebilde als eine aus 3 Buchstaben bestehende Silbe: Sie werden nicht als 4- oder 5silbiges Wort, sondern als ein ganzes aufgefafst. — Es kamen jedoch wegen der geringen Variabilität der einstelligen Zahlen nur zweistellige in Verwendung und zwar alle Zahlen von 24—97, mit Ausnahme der Quadratzahlen (25, 36, 49 . . . . .) ferner der Zahlen, deren Ziffern sich um eine Einheit unterscheiden (32, 43, 34 . . . . . .) und die vielfachen von 10 und 11; an Buchstaben wurden alle verwandt aufser h, q, u, x, y (u nicht wegen der Verwechslung mit n).

So blieben etwa 900 Kombinationsmöglichkeiten zwischen je einer Zahl und einem Buchstaben übrig. Aus je 5, 6, 7 oder 8 solcher Gruppen wurden nun die Reihen zusammengesetzt, wobei noch folgendes beachtet wurde: in jeder Reihe kam eine

Ziffer höchstens einmal als Einer und einmal als Zehner vor, ferner kam derselbe Buchstabe nie zweimal vor, die Buchstaben nie in der Reihenfolge des Alphabets, und keine Zahl und kein Buchstabe, die in der unmittelbar vorher gelernten Reihe vorgekommen waren.

Nachdem eine solche Reihe ein- oder mehrmals in trochäischem Rhythmus gelesen war, wurden die Zahlen nacheinander vorgezeigt, und die Versuchsperson hatte den auf sie folgenden Buchstaben zu nennen, und zwar war die Reihenfolge der Zahlen in der Prüfungsreihe eine wechselnde, und immer eine andere als in der Lernreihe. Denn ich halte es für das Wesen des Trefferverfahrens, dafs es, ähnlich wie in der Praxis etwa das Lernen von Vokabeln, die einzelnen Hauptassoziationen einer Reihe einzeln prüft, nicht die durch vielfache anderweitige Assoziationen miteinander verknüpfte ganze Reihe. Die stärkste Rolle nun nächst der Hauptassoziation spielt beim trochäischen Lernen diejenige Nebenassoziation, die an Stelle der auf die betonte Silbe unmittelbar folgenden die nächste unbetonte Silbe mit jener verbindet. Wenn also in einigen Prüfungsreihen zwei Zahlen in derselben Reihenfolge wie in der Lernreihe vorgeführt worden wären, so wäre es fraglich gewesen, ob ein richtig genannter Buchstabe wirklich vermöge der zu prüfenden Hauptassoziation oder vielleicht durch jene eben erwähnte Nebenassoziation, angeregt durch die zuletzt zuvor gezeigte Zahl, reproduziert worden ist.

Daher wurde durch Änderung der Reihenfolge die Mitwirkung dieser Nebenassoziationen ein für allemal gleichmäfsig ausgeschaltet. — Ebenso blieb die Assoziation mit der absoluten Stelle ohne Wirkung, indem die Zahl, die in der Lernreihe an n-ter Stelle erschien, nicht auch an n-ter Stelle der Prüfungsreihe stand. — Die Reihenfolge der Zahlen in der Prüfungsreihe wurde ständig variiert, damit die Versuchsperson nicht etwa schon beim Lernen die Gruppen in eine bestimmte Reihenfolge ordnete. — Dafs die Elemente dieser Zahlen- und Buchstabenreihen in der Tat einfachere sind, als die der sinnlosen Silbenreihen, geht auch schon daraus hervor, dafs sie bedeutend leichter als diese erlernbar waren. Diese leichte Erlernbarkeit aber war in dem zweiten Teile meiner Versuche, wo ich gröfserer Wiederholungszahlen bedurfte, störend, und ich kam daher später doch wieder auf die sinnlosen Silben zurück. Ich folgte bei

dem Aufbau dieser Reihen im allgemeinen den Anweisungen von Müller und Schumann. Als Anfangskonsonanten benutzte ich b, d, f, g, h, k, l, m, n, p, r, s, t, w, z; als Vokale: a, e, i, o, u, ä, ö, ü, ei, eu, au; als Endkonsonanten: f, k, l, m, n, p, s, t, z und r (aufser nach Diphthongen). Nicht verwandt wurden Silben, die einem bekannten deutschen oder fremdsprachlichen Worte gleichen, z. B. mir, bon, oder deren Anfangs- und Endkonsonant gleich ist. So waren im ganzen etwa 1300 Silben verwendbar, aus denen 16-teilige Reihen gebildet wurden. Auch hier gehörten immer zwei Silben zueinander, da die Reihen trochäisch erlernt wurden, und bei der Prüfung immer die vorgezeigte, ursprünglich betonte Silbe die ihr unmittelbar nachfolgende, ursprünglich unbetonte, zur Reproduktion zu bringen hatte. Hierbei wurde noch beachtet, dafs niemals die Anfangs- oder Endkonsonanten oder die Vokale der beiden Silben einer solchen „Gruppe" einander glichen. Weiter kam überhaupt kein Anfangs- oder Endkonsonant und kein Vokal in derselben Stellung zweimal unter den betonten oder zweimal unter den unbetonten Silben einer und derselben Reihe vor, niemals begann eine Silbe mit demselben Konsonanten, mit dem die vorige geschlossen hatte, und nie stimmten 2 Silben derselben Reihe in bezug auf 2 Buchstaben überein. Selbstverständlich war es auch vermieden, dafs 2 oder mehr benachbarte Silben zusammen ein bekanntes deutsches oder fremdes Wort bildeten. Die Reihenfolge der zur Prüfung vorgezeigten Silben war eine nach dem folgenden Schema wechselnde, in dem die Ziffern die Stelle bezeichnen, welche die Silbe in der Lernreihe eingenommen hatte:

1	3	2	4	6	5	8	7
2	4	3	5	7	6	1	8
3	5	4	6	8	7	2	1
4	6	5	7	1	8	3	2
5	7	6	8	2	1	4	3
6	8	7	1	3	2	5	4
7	1	8	2	4	3	6	5
8	2	1	3	5	4	7	6

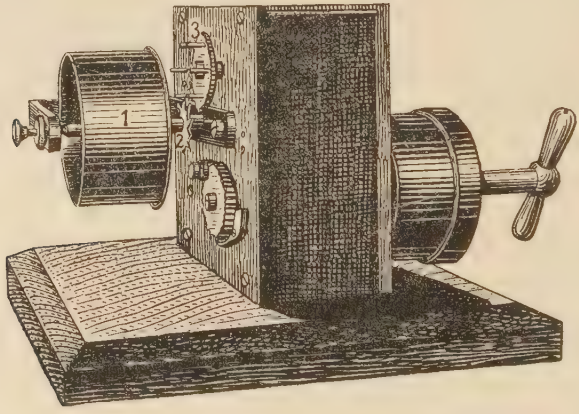
Durch diesen regelmäfsigen Wechsel wurde erreicht, dafs jede an n-ter Stelle einer Lernreihe stehende Silbe in der Prüfungsreihe gleich oft an 1. wie an 2., 3., 4., 5., ... Stelle vorkam. —

Der Einfluſs der Assoziation mit der absoluten Stelle blieb hier auſser Betracht.

§ 3.

Darbietung des Stoffes.

Die Elemente der so hergestellten Reihen wurden nun senkrecht übereinander auf Papierstreifen geschrieben, und zwar bei den Lernreihen, um Verwechslungen auszuschlieſsen, die später darzubietenden Elemente, also Zahlen bzw. betonte Silben, mit roter, die später zu reproduzierenden, also Buchstaben bzw. unbetonte Silben, mit blauer Tinte. Die aus den ersteren zusammengesetzten Prüfungsreihen wurden dann noch ebenso auf besondere Papierstreifen geschrieben. Diese Papierstreifen von etwa 2 cm Breite wurden alsdann auf eine Walze gespannt, deren Achse horizontal stand; verschieden lange Reihen enthaltende Papierstreifen wurden natürlich auch auf verschieden groſse Walzen gespannt, und zwar die 10-teiligen auf eine Walze von etwa 22 cm die 12-teiligen auf eine von etwa 26 cm, die 14-teiligen auf eine von etwa 30 cm und die 16-teiligen auf eine Walze von etwa 34 cm Umfang, so daſs für jedes Element etwa 4 qcm Platz war, und auſserdem ein gleich groſses Feld frei blieb, das zwischen Anfang und Ende der Reihe gelegen, dieses markierte. Eine solche Walze (1)[1] in Rotation versetzt, machte



Das Diaphragma ist hier abgeschraubt.

Fig. 1.

[1] vgl. Fig. 1.

die Elemente der Versuchsperson einzeln hinter einem Diaphragma sichtbar. Sie wurden dann laut, wie schon gesagt in trochäischem Rhythmus, abgelesen. Als Rotationsapparat diente eine von dem hiesigen Mechaniker Fritz Tiessen (jetzt in Berlin) konstruierte Maschine, die sich von den bisher, z. B. von Müller und Pilzecker, zu ähnlichen Zwecken verwandten, insbesondere dadurch unterscheidet, dafs die Rotation der Walze nicht kontinuierlich, sondern ruckweise [1] erfolgte. Dies erschien weniger störend, als wenn die abzulesenden Elemente sich in dauernder Bewegung befinden, und weil Schwindelerscheinungen, die sich in früheren Versuchen häufig bei den Versuchspersonen gezeigt hatten wohl so (vgl. Wundt, *Physiol. Psychol.* **3**, S. 599, 1903) eher vermieden werden können. — Jede Silbe wurde also schnell von oben her sichtbar, stand dann eine Zeitlang hinter dem Diaphragma vor dem Auge der Versuchsperson still und verschwand dann wieder nach unten, während zugleich die nächste erschien. Die ruckweise Rotation wurde dadurch erreicht, dafs die Walze immer nur dann und so lange in Bewegung war, als in das mit ihr verbundene Zahnrad (2) ein Stift eines durch ein Uhrwerk getriebenen, kontinuierlich rotierenden Rädchens (3) eingriff. Solcher Stifte konnten in diesem 12 befestigt werden, oder auch um die Rotationsgeschwindigkeit der Walze herabzusetzen, nur 6, 4, 3, 2 oder 1. Bei meinen Versuchen stellte sich jedoch eine Variation der Rotationsgeschwindigkeit nicht als notwendig heraus, und ich verwandte zum Lernen stets 6 Stifte, denen eine Sichtbarkeitsdauer jedes Elements von etwa 1,3 Sekunden entsprach. Dies gilt für die Lernreihen. War eine solche Reihe ein oder mehrmals gelesen, so wurde sie von der Walze abgenommen und an ihrer Stelle die Prüfungsreihe aufgezogen, ferner wurden von den 6 Stiften 5 herausgenommen, und dadurch die Dauer der Sichtbarkeit einer Zahl der Prüfungsreihe, — um Zeit zum Überlegen zu lassen, — auf etwa 7,8 Sekunden erhöht. Nach einer Minute konnte mit dem Prüfen begonnen werden. — Da diese Methode etwas kompliziert war und dadurch häufig Störungen eintraten, die dazu zwangen, einen Versuch für ungültig zu erklären, so wurde nur beim

[1] Ich möchte noch bemerken, dafs die von Wundt (a. a. O.) erwähnten, gleichfalls ruckweise rotierenden Apparate erst nach dem Bau des meinigen veröffentlicht wurden und mir auch vorher unbekannt waren.

Lernen der Zahlen- und Buchstabenreihen derart verfahren; für die Silbenreihen wurde der Apparat etwas modifiziert.[1] Es wurde

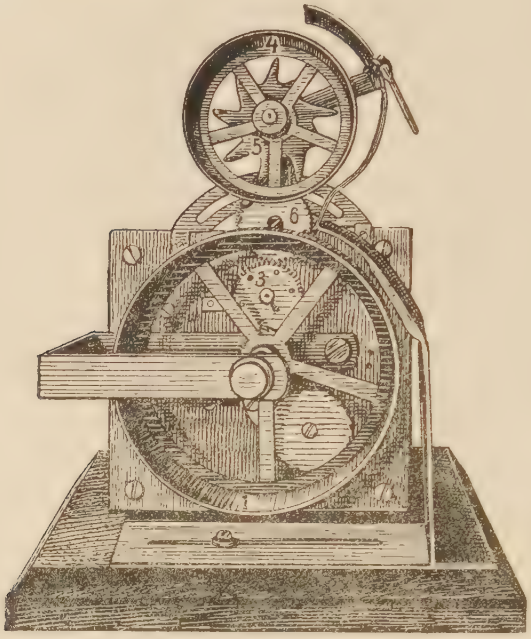


Fig. 2.

für die Prüfungsreihe eine besondere Walze (4) angebracht mit einem Zahnrade (5), in das ein Haken eingriff. Dieser war befestigt an einem Zahnrade (6), das wiederum durch das in ein Zahnrad verwandelte Stiftenrad (3) in Bewegung versetzt wurde. So konnten gleich vor Beginn des Versuchs beide Reihen, die Lern- und die Prüfungsreihe, aufgezogen werden, und es war dann nach Beendigung des Lernens nur nötig, das vor der Lernreihe befindliche Diaphragma zu verschliefsen und das vor der Prüfungsreihe zu öffnen. Auch hier war also eine Silbe der Prüfungsreihe etwa 7,8 Sekunden sichtbar.

Der Apparat funktionierte, auf eine Filzunterlage gestellt, ziemlich geräuschlos, jedenfalls so, dafs auch das durch das Anschlagen der Stifte an das Zahnrad entstehende kleine Geräusch von keiner Versuchsperson störend empfunden wurde.

[1] vgl. Fig. 2.

§ 4.

Allgemeines über die Versuche.

War beim Prüfen das auf das vorgezeigte Element unmittelbar folgende nicht vor Erscheinen der nächsten Zahl bzw. Silbe genannt, so wurde es nicht mehr als Treffer betrachtet. Eine Silbe galt dann als ein Treffer, wenn sie vollständig richtig reproduziert war, als $^2/_3$ Treffer, wenn zwei, als $^1/_3$ Treffer, wenn einer ihrer Buchstaben an der richtigen Stelle genannt war.

Bevor mit den eigentlichen Versuchen begonnen wurde, fanden bei jeder Versuchsperson erst an einigen Tagen einübende Vorversuche statt, so lange, bis sich eine gewisse Gleichmäfsigkeit der Resultate zeigte. Die Vorversuche wurden gleichzeitig dazu benutzt, festzustellen, wie viele Wiederholungen die betreffende Versuchsperson etwa zum vollständigen Erlernen einer Reihe braucht. Ebenso wurde auch, wenn einmal die Versuche unterbrochen werden mufsten, der erste Versuchstag dann wieder nur zur Übung verwandt, und erst am folgenden Tage wieder mit den eigentlichen Versuchen begonnen.

Die Versuche fanden statt in der Zeit zwischen dem 16. November 1901 und dem 23. April 1903, und zwar täglich für jede Versuchsperson zu derselben Tageszeit, um die Fehlerquelle der ungleichen geistigen Disposition, wie sie die verschiedenen Tageszeiten mit sich bringen, nach Möglichkeit auszuschalten.

Als Versuchsperson hatten sich mir freundlichst zur Verfügung gestellt:

Fräulein G. W.,
Herr cand. jur. G. B.,
Herr stud. jur. P. W.,
Herr stud. jur. H. S.,
Herr stud. jur. E. S.,
Herr stud. jur. E. J.,
Herr stud. jur. K. R.,
Herr stud. jur. J. R.,
Fräulein E. W.

Ihnen allen sei auch hier noch einmal herzlich gedankt. Als Versuchsleiter fungierte ich gewöhnlich, bei einigen Versuchen auch Fräulein G. W.

Drittes Kapitel.

Die einzelnen Versuche.

Es handelte sich bei diesen Versuchen darum, festzustellen, welchen Wert jede einzelne der zur Einprägung eines Stoffes notwendigen Wiederholungen für das schliefsliche Beherrschen des Stoffes hat. Die Frage läfst sich beantworten, wenn man weifs, wie grofs die Assoziationsfestigkeit des Stoffes nach 1, 2, ... n-Wiederholungen ist. Dafür bietet nun das Trefferverfahren einen wertvollen Anhalt, denn man kann sich für berechtigt halten, die Zahl der erzielten Treffer als Mafsstab für die Assoziationsfestigkeit einer Reihe zu betrachten. Prüft man also eine n-mal gelesene Reihe nach dem Trefferverfahren, so kann man vergleichen, wie die Assoziationsfestigkeit sich mit der Zahl n ändert. Da natürlich nicht dieselbe Reihe untersucht werden kann, erst nachdem sie einmal, dann nachdem sie zweimal usw. gelesen worden ist, sondern jedesmal eine neue Reihe erforderlich ist, so mufste eine möglichste Gleichartigkeit des Stoffes angestrebt werden, die wohl auch bis zu einem gewissen Grade erreicht worden ist. Soweit sie nicht erreichbar war, mufsten 2. sich dennoch einstellende Singularitäten — übrigens nicht nur der Reihen, sondern auch der Versuchspersonen, — durch eine grofse Anzahl von Versuchen ausgeglichen werden. Dies läfst sich auf zweierlei Weise erreichen, einmal indem man die einzelne Versuchsperson sehr viele Reihen lernen läfst, oder indem man mit vielen Versuchspersonen dieselben Versuche anstellt, jede aber nur verhältnismäfsig kurze Zeit in Anspruch nimmt. — Es wurde der letztere Weg mit Rücksicht auf die Versuchspersonen gewählt, die erfahrungsgemäfs bei experimentellen Untersuchungen des Gedächtnisses leicht ungeduldig werden. — Es war ferner, da es sich um Resultate handelt, die nur zeitlich nacheinander gewonnen werden können, der Einflufs der Übung und der Ermüdung zu vermeiden, was sich jedoch leicht bis zu einem gewissen Grade durch einen zyklischen Wechsel der Zeitlage erreichen liefs. War z. B. an einem Tage zuerst eine Reihe mit 1, dann eine mit 2, dann eine mit 3 Wiederholungen gelernt worden, so war die Reihenfolge der Wiederholungszahlen am nächsten Tage 2, 3, 1, und am folgenden 3, 1, 2, u. s. f. — Ich gebe im folgenden eine schematische

Übersicht über die einzelnen Versuchsreihen, zunächst über die mit Zahlen und Buchstabenreihen angestellten:

Versuchsreihe	Versuchsperson	Dauer der Versuchsreihe	Art der Reihen	Zahl der tägl. gelernten Reihen	Zahl der auf jede Wiederholungszahl fallenden Einzelversuche	Tägl. Beginn der Versuche
1	G. W.	6.—13./XII. 1901	12 teilig	7	7	9 h. v.
2	G. W.	14.—17./XII. 1901	12 „	4	4	9 „ „
3	G. B.	29./XII. 1901—7./I. 1902	12 „	8	8	8^{45} „ „
4	P. W.	25./XII. 1901—11./I. 1902	12 „	6	12	9^{15} „ „
5	H. S.	28./XII. 1901—7./I. 1902	12 „	4	8	10^{30} „ „
6	E. S.	24./I.—4./II. 1902	12 „	3	12	9 „ „
7	E. S.	9.—18./II. 1902	14 „	3	6	9 „ „
8	E. S.	20./II.—8./III. 1902	16 „	3	6	9 „ „
9	E. J.	21.—30./III. 1902	10 „	4	8	9^{30} „ „
10	E. J.	1.—7./IV. 1902	12 „	3	6	9^{30} „ „
11	E. J.	10.—15./IV. 1902	14 „	3	6	9^{30} „ „
12	E. J.	18.—22./IV. 1902	16 „	5	5	9^{30} „ „
13	J. R.	14.—21./IV. 1902	10 „	4	8	8^{30} „ „
14	J. R.	23.—26./IV. 1902	12 „	4	4	8^{30} „ „
15	J. R.	28./IV.—2./V. 1902	14 „	5	5	8^{30} „ „
16	J. R.	4.—8./V. 1902	16 „	5	5	8^{30} „ „
17	K. R.	20.—31./III. 1902	10 „	5	10	8 „ „
18	K. R.	2.—14./IV. 1902	12 „	5	10	8 „ „
19	K. R.	16./IV.—24./V. 1902	14 „	5	5	8 „ „
20	K. R.	22.—25./IV. 1902	16 „	4	4	8 „ „

Die Pause zwischen je 2 Versuchen betrug 5 Minuten. Die folgenden Versuchsreihen 21—23 werden dadurch etwas kompliziert, dafs der Lernprozefs bei verschieden langen Reihen verglichen werden sollte, es daher nötig war, bei jeder Versuchsperson die Versuche mit 10-, 12-, 14- und 16teiligen Reihen so miteinander abwechseln zu lassen, dafs der Einflufs der Übung möglichst ausgeschaltet wurde. Es geschah dies nach dem schon für die einzelnen Wiederholungszahlen verwandten Prinzip der zyklischen Vertauschung. Waren am ersten Versuchstage 10-, am 2. 12-, am 3. 14- und am 4. 16teilige Reihen gelernt worden, so war für die nächsten 12 Versuchstage die Reihenfolge:

12-, 14-, 16-, 10-,
14-, 16-, 10-, 12-,
16-, 10-, 12-, 14teilige Reihen.

Bei den Versuchsreihen 22 und 23 wurden täglich alle 4 Arten gelernt, und so begannen die Versuche am ersten Tage mit den 10teiligen, am 2. mit den 12-, am 3. mit den 14-, und am 4. mit den 16teiligen Reihen. Der Wechsel der Zeitlage der Wiederholungszahlen wurde hierdurch natürlich gar nicht beeinflufst.

Versuchsreihe	Versuchsperson	Dauer der Versuchsreihe	Zahl der tägl. gelernten Reihen	Zahl der auf jede Wiederholungszahl fallenden Einzelversuche	Tägl. Beginn der Versuche
21	G. W.	25./VIII.—23./IX. 1902	4	4	9 h. v.
22	G. W.	17.—20./IX. 1902	16	4	9 „ „
23	K. R.	25./IX.—4./X. 1902	16	8	7 „ „

Die Pause zwischen je 2 Reihen derselben Art betrug 2 Minuten, zwischen Reihen verschiedener Länge 10 Minuten, die zum Einschalten der neuen Walze benutzt wurden.

Auf diese Versuche mit Zahlen und Buchstabenreihen folgten die Versuche mit 16teiligen Silbenreihen, bei denen es sich nun auch um verschieden alte Assoziationen handelte. Ich verglich den Einflufs von Neuwiederholungen auf soeben gelernte Reihen mit dem auf solche, bei denen schon eine gewisse Zahl von Wiederholungen vor einer gewissen Zeit vorhergegangen war. Es wurde also folgendermafsen verfahren: Einerseits wurden, wie in den vorigen Versuchen, Reihen 1 bis n mal gelesen und unmittelbar darauf geprüft; andererseits wurden Reihen eine gewisse Anzahl von Malen gelesen, dann eine Pause von bestimmter Länge eingeschaltet, dann noch einmal 0 bis n′ mal gelesen und unmittelbar darauf geprüft. Die Pause betrug entweder 24 oder $^3/_4$ Stunden. Im ersten Falle wurde also nach Ablauf von 24 Stunden seit dem letzten Versuch zunächst die alte Reihe 0—n′ mal gelesen und geprüft. Nach 5 Minuten Pause folgte eine neue Reihe mit 1—n Wiederholungen und deren Prüfung. Nach einer zweiten Pause von 5 Minuten begann die mehrmalige Wiederholung der am folgenden Tage zu prüfenden Reihe. Ähnlich verhielt es sich, wenn die Pause nur $^3/_4$ Stunden betrug; nur begannen dann täglich die Versuche mit dem

Lernen und Prüfen der neuen Reihe; dann folgte das Lernen und nach $^3/_4$ Stunden das Wiederholen und Prüfen der alten. An jedem Tage konnte nur je eine alte Reihe geprüft und gelernt werden, damit Verwechslungen möglichst vermieden wurden. Daher zogen sich diese Versuche sehr in die Länge und der zyklische Wechsel der Zeitlage konnte nicht immer durchgeführt werden. Er wurde durch folgenden, wohl ebenso zweckmäfsigen ersetzt. War die Reihenfolge der Wiederholungszahlen zuerst 1, 2, . ., n—1, n, so folgte dann eine Reihe n, n—1, . . . 2, 1, dann event. entweder dieselben beiden Reihen noch einmal oder etwa eine Reihe 5, 6 . . . . n—1, n, 1, 2, 3, 4, 4, 3, 2, 1, n, n—1, ... 6, 5. In der Versuchsreihe 26, wo verschieden starke alte Assoziationen miteinander und mit neuen verglichen werden sollten, wo also auch die Zahl der vor der Pause stattfindenden Wiederholungen variiert wurde, wechselten natürlich auch diese in zyklischer Weise.

Es folgt nun wieder eine tabellarische Übersicht über die einzelnen Versuchsreihen:

Versuchsreihe	Versuchsperson	Dauer der Versuchsreihe	Zahl d. auf jede Wiederholung fallenden Einzelversuche bei den alten	Zahl d. auf jede Wiederholung fallenden Einzelversuche bei den neuen Reihen	Zahl d. Wiederholungen vor der Pause	Länge der Pause	Tägl. Beginn der Versuche
24	G. W.	24./XI. 1902—11./II. 1903	10	8	5	24 Std.	8^{30} h. v.
25	J. R.	15./XII. 1902—25./III. 1903	6	12	6	24 „	9^{30} „ „
26	E. W.	2./III.—8./VI. 1903	4	6	7, 14, 21	24 „	2^{30} „ n.
27	G. W.	11./III.—23./IV. 1903	5	4	5	$^3/_4$ „	7^{45} „ v.

Zweiter Teil.

Ergebnisse.

Viertes Kapitel.

Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen.

Es seien nunmehr die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen in Form der arithmetischen Mittel aus den einzelnen Versuchen tabellarisch zusammengestellt. Die Zahl der Treffer betrug durchschnittlich:

in Versuchsreihe		nach 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	(Neu-)Wiederhol.		
Zahlen- und Buchstabenreihen	10 teilige 17		2,2	2,9	4,2	4,3	4,9					X./6.[1]		
	10 teilige 9		3,4	4,9	4,6	4,9								
	10 teilige 13		2	3,9	4,5	4,1								
	10 teilige 21		4	4,5	4,8	5								
	10 teilige 22		2,8	5	4,8	5								
	10 teilige 23		2,4	3,6	4,6	4,4								
	12 teilige 3		3,5	4	4,6	5,1	4,8	5,3	5,3	5,3		XII./2.	XII./3.	XII./4.
	12 teilige 1		3	4,7	4,1	4,4	5,9	4,7	5,7					
	12 teilige 4		3,5	3,9	4,3	5	5,1	4,9						
	12 teilige 18		2,7	3,7	3,6	4,2	5,4							
	12 teilige 2		3,8	5	5,5	5,3							XII./10.	
	12 teilige 5		3,1	3,4	5,4	5,9								XII./12.
	12 teilige 14		3	4,3	4,8	5,8								
	12 teilige 21		3,5	5,5	5,3	5,3								
	12 teilige 22		4,3	5,8	5,8	6								
	12 teilige 23		2,6	3	4,1	5,3								
	12 teilige 6		3,3	4,8	5,6									
	12 teilige 10		2,2	4,8	5,3									
	14 teilige 15		3,8	4,2	6,6	6,4	6,6					XIV./2.	XIV./5.	XIV./7.
	14 teilige 19		2,8	4,4	5,4	6	6,4							
	14 teilige 21		5,3	6,5	6,8	7								
	14 teilige 22		5,5	5,8	6,8	7								
	14 teilige 23		3	4,4	5,6	5,8								
	14 teilige 7		4,8	7	6,8									
	14 teilige 11		3,7	5,2	6,5									
	16 teilige 12		2	4,6	6,6	6,6	7,3					XVI./2.	XVI./6.	XVI./7.
	16 teilige 16		3,6	4,8	6	7,4	7,8							
	16 teilige 20		3,5	4,8	6,3	6,3								
	16 teilige 21		5,5	7,8	7,5	6,8								
	16 teilige 22		5,3	5,3	7,5	7,8								
	16 teilige 23		2,6	5,5	5,6	5,8								
	16 teilige 8		6,5	7,8	8									
	16 teilige Silbenreihen 25		1,8	3,7	3,5	4	6,1	6,6	6,7	7,5	7,4	16./3.	16./4.	
	16 teilige Silbenreihen 24		3	4,5	4,5	5,6	6,4	6,7	7,2	7				
	16 teilige Silbenreihen 27		4,2	6,7	6,3	6,7	7,3	7,3	7,7	7,3				
	16 teilige Silbenreihen 26		1,9	1,9	4,2	4,3	5,4	6,8						
		Vor der Pause												
	25	5W.	0,6	3,4	5,7	6,8	7,5	7,3						
	24	6W.	1,1	4,1	5,2	6,6	7,5							
	27	5W.	4,9	6,3	6,2	7,1	7,8							
	26	7W.	0,5	1,9	3,4	6,5								
	26	14W.	0,6	3,2	4,8	6,4								
	26	21W.	0,9	3,8	5,8	7								

[1] Über die Art und Weise dieser Zusammenfassungen, bei der die Hauptzahlen die Art, die Indices die Zahl der zusammengefafsten Versuchsreihen bezeichnen, s. die folgende Seite.

Da jedoch die hier angegebenen Werte die arithmetischen Mittel aus den Ergebnissen der verhältnismäfsig wenig zahlreichen Einzelversuche jeder Versuchsreihe sind, so enthalten sie noch viele Unregelmäfsigkeiten, die ja bei allen derartigen Experimenten stets nur durch eine grofse Zahl von Einzelversuchen ausgeglichen werden können. Aus den früher angegebenen Gründen waren diese grofsen Mengen von Einzelversuchen auf mehrere Versuchspersonen und Versuchsreihen verteilt worden; es müssen daher nun, um ein anschauliches, einigermafsen ausgeglichenes Bild vom Verlauf des Lernprozesses zu geben, wiederum die Resultate der einzelnen gleichartigen Versuchsreihen zusammengefafst werden. Da die verschiedenen Versuchspersonen eine verschiedene Anzahl von Wiederholungen zum Erlernen einer Reihe brauchten, so sind nicht alle Versuchsreihen gleich weit geführt worden. Wenn man daher die Resultate der Versuchsreihen zusammenfassen will, so kann man entweder nur wenige Versuchsreihen zusammenfassen, um endgültige Resultate bis zu hohen Wiederholungszahlen zu erhalten oder man mufs sich, wenn man Durchschnittswerte aus vielen Versuchsreihen erhalten will, mit den Trefferzahlen bis zu nur wenigen Wiederholungen begnügen. Der Erfolg hiervon ist der, dafs die letzteren Resultate einen verhältnismäfsig hohen Wert beanspruchen können, die ersteren dagegen noch viele unausgeglichene Fehler enthalten.

Die Resultate dieser, auch in vorstehender Tabelle angedeuteten Zusammenfassungen gibt die folgende Tabelle:

Die arithmetischen Mittel aus den Trefferzahlen

der Versuchsreihen	sind für	1	2	3	4	5	6	7	Wiederholungen
X./6.		2,8	4,1	4,6	4,6				
XII./2.		3,3	4,4	4,4	4,8	5,4	5	5,6	
XII./3.		3,3	4,2	4,3	4,8	5,3	5		
XII./4.		3,2	4,1	4,2	4,7	5,3			
XII./10.		3,3	4,3	4,8	5,3				
XII./12.		3,2	4,4	4,9					
XIV./2.		3,3	4,3	6	6,2	6,5			
XIV./5.		4,1	5,1	6,2	6,4				
XIV./7.		4,1	5,4	6,4					
XVI./2.		2,8	4,7	6,3	7	7,6			
XVI./6.		3,8	5,5	6,6	6,8				
XVI./7.		4,1	5,8	6,8					
16./3.		3	5	4,8	5,4	6,6	6,9	7,2	
16./4.		2,7	4,2	4,6	5,2	6,3	6,9		

Fünftes Kapitel.

Die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke Assoziationen.

§ 1.

Die Trefferzahl als Funktion der Wiederholungszahl.

Stellt man, wie die beigegebenen Kurven (Fig. 3—7) zeigen,

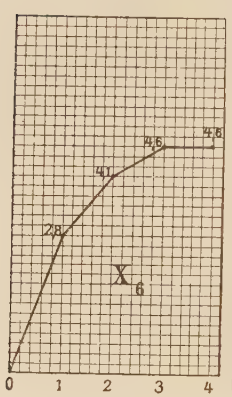


Fig. 3.

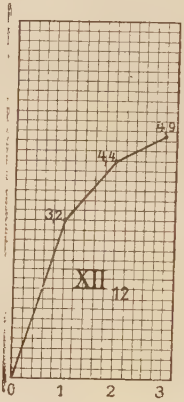


Fig. 4.

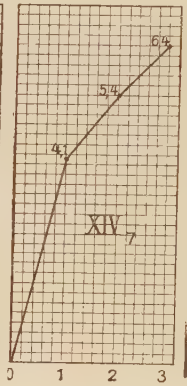


Fig. 5.

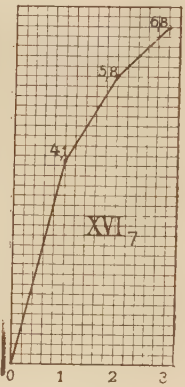


Fig. 6.

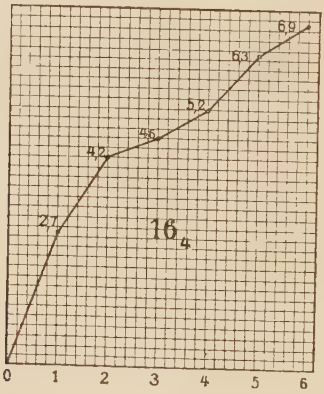


Fig. 7.

die Durchschnittswerte, die aus der gröfsten Anzahl von Versuchsreihen gewonnen sind, graphisch dar (X./6., XII./12., XIV./7., XVI./7. und 16./4.), indem man die Zahl der Wiederholungen als Abszissen, die Zahl der Treffer als Ordinaten einträgt, so

zeigt der nach unten konkave Verlauf dieser Kurven klar aus geprägt die folgende Gesetzmäfsigkeit: Je mehr Wiederholungen bereits auf die Einprägung eines Stoffes verwandt sind, desto weniger trägt eine neue Wiederholung zur weiteren Einprägung des Stoffes bei. Werden nur die auch graphisch dargestellten Durchschnittszahlen weiter berücksichtigt, so ist der Erfolg einer Wiederholung ausgedrückt durch den durch sie erzielten Zuwachs an Treffern,

in Versuchsreihe	wenn bereits	0	1	2	3	4	5	Wiederholungen vorhergegangen sind
X./6.		2,8	1,3	0,5	0			
XII./12.		3,2	1,2	0,5				
XIV./7.		4,1	1,3	1				
XVI./7.		4,1	1,7	1				
16./4.		2,7	1,5	0,4	0,6	1,1	0,6	

Abgesehen von den Silbenreihen, wo auch nur die Resultate von vier Versuchsreihen vereinigt werden konnten, was offenbar zu einem völligen Ausgleich der Fehler nicht genügte, nimmt also die Gröfse des Trefferzuwachses ständig ab. —

§ 2.

Der Trefferzuwachs als Funktion der bereits vorhandenen Assoziationsstärke.

Diese Darstellung der Versuchsergebnisse ist zwar eine sehr einfache, leidet aber doch an verschiedenen Mängeln. Einmal beantwortet sie die Frage, wie die einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke Assoziationen wirken, nicht genügend exakt. Denn, wenn man auch weifs, dafs die Assoziationsstärke eines Stoffes mit der Zahl der zu seiner Einprägung verwandten Wiederholungen wächst, so kann man doch keinesfalls, wie dies eben geschehen ist, ohne weiteres die Zahl der verwandten Wiederholungen als Mafs für die erreichte Assoziationsstärke betrachten, bevor nicht genauer ihr Verhältnis untersucht ist. Das aber ist gerade erst das Ziel dieser Arbeit. Wie wenig die Zahl der verwandten Wiederholungen als exaktes Mafs der Assoziationsstärke gelten kann, zeigt ja auch der Umstand, dafs der eine nach einer gewissen Anzahl von Wiederholungen viele, der andere erst wenige Treffer zu verzeichnen hat. Damit hängt

ein zweiter Übelstand der vorigen Darstellung zusammen. Sie konnte aus den angegebenen Gründen nur die Zahl der nach einigen wenigen Wiederholungen erzielten Treffer berücksichtigen, mufste also die bei höheren Wiederholungszahlen der langsamer Lernenden stattfindenden Trefferzuwüchse unberücksichtigt lassen. Beiden Mängeln kann durch folgende Darstellungsweise einigermafsen abgeholfen werden. Zunächst ist klar, dafs ein besseres Mafs für diese Assoziationsstärke als die Zahl der verwandten Wiederholungen die Zahl der erzielten Treffer ist. Ein absolut richtiges Mafs ist diese allerdings auch nicht, denn, wie Jost sehr richtig (S. 456) gegen die Treffermethode einwendet, werden bei dieser ja ausschliefslich diejenigen Assoziationen berücksichtigt, die die Reproduktionsschwelle bereits überschritten haben, während die verschiedenen Stärkegrade der noch unter der Schwelle befindlichen aufser Betracht bleiben müssen. Jedenfalls aber bekommt man ein viel deutlicheres Bild davon, wie die Zahl der durch eine Wiederholung neu erzielten Treffer mit dem Wachsen der Assoziationsstärke abnimmt, wenn letztere durch die ihr entsprechende Trefferzahl gemessen wird. Also, betrachtet man z. B. Versuchsreihe 6, so gilt folgendes:

Beträgt die Zahl der Treffer	0	3,3	4,8	
so ist der Erfolg einer Wiederholung der Zuwachs von	3,3	1,5	0,8	Treffern
der Erfolg zweier Wiederholungen der Zuwachs von	4,8	2,3	—	Treffern

Die Schwierigkeit besteht nur darin, die einzelnen Versuchsreihen so zusammenzufassen, um aus ihnen Durchschnittswerte zu gewinnen. Denn jede Versuchsreihe lieferte doch eigentlich nur eine gewisse Anzahl diskreter Werte für die Assoziationsstärken = Trefferzahlen, und zwar natürlich i. a. jede Versuchsreihe verschiedene. Um dieser Schwierigkeit zu entgehen, wurde das etwas gewagt erscheinende Mittel gewählt, zwischen diese diskreten Werte in allen Versuchsreihen gleiche Werte zu interpolieren, d. h. für jede Versuchsreihe zu berechnen, um wieviel die Trefferzahl sich durch 1,2 ... Wiederholungen erhöht, wenn die Zahl der Treffer vor ihnen 0, 1, 2, 3 ... beträgt. Hierbei mufs man freilich bedenken, dafs man ja das Gesetz der Zuwüchse, bzw. der sie darstellenden Kurve eben noch nicht kennt,

also zwischen je zwei benachbarten Funktionswerten geradlinig interpolieren mufs, was natürlich nicht richtig ist. Die dabei angestellte Rechnung sei an dem Beispiel der Versuchsreihe 6 erläutert. Soll zwischen die Zuwüchse $y_1 = 3{,}3$ und $y_2 = 1{,}5$ die zu den Trefferzahlen $x_1 = 0$ und $x_2 = 3{,}3$ gehören, der Trefferzuwachs y, der zu der Trefferzahl $x = 1$ gehört, interpoliert werden, so ist y zu berechnen aus

$$\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad \text{also} \quad \frac{y - 3{,}3}{1 - 0} = \frac{3{,}3 - 1{,}5}{0 - 3{,}3}$$

$$y = -\frac{1{,}8}{3{,}3} + 3{,}3 = 2{,}8.$$

Eine Wiederholung hat also in dieser Versuchsreihe für einen Stoff, von dem bereits ein Treffer erhalten werden kann, den Erfolg gehabt, dafs sich die Zahl der Treffer um 2,8 vermehrte.

So wurden folgende Werte gewonnen:

Die Trefferzuwüchse betrugen, wenn n Treffer erhalten werden konnten, nach einer (Neu-)Wiederholung

in der Versuchsreihe	n =	0	1	2	3	4
17		2,2	1,5	0,8	1,2	0,3
9		3,4	2,8	2,2	1,7	0,8
13		2	2	1,9	1,3	0,4
21		4	3,1	2,2	1,3	0,5
22		2,8	2,6	2,4	2	0,9
23		2,4	1,9	1,4	1,1	0,5

usw. auch für die Versuchsreihen mit mehrteiligen Zahlen- und Buchstaben- und Silbenreihen, sowie auch für 2, 3 .... (Neu-) Wiederholungen.

Aus diesen so gewonnenen Zahlen können nun die Durchschnittswerte gebildet werden, die in den folgenden Tabellen enthalten sind.

Beträgt bei den 10teiligen Zahlen- und Buchstabenreihen

die Zahl der Treffer				0	1	2	3	4
so wächst diese durch	1	(Neu-)Wiederholung	um	2,8	2,3	1,8	1,4	0,6
„	2	„ Wiederholungen	„	4,1	3,3	2,6	1,4	0,5
„	3	„	„	4,6	3,6	2,6		
„	4	„	„	4,6				

Beträgt bei den 12teiligen Zahlen- und Buchstabenreihen

die Zahl der Treffer	0	1	2	3	4	5
so wächst diese durch 1 (Neu-)Wiederholung um	3,1	2,6	2	1,4	1	0,6
„ 2 „ Wiederholungen „	4,4	3,6	2,7	1,9	1,4	
„ 3 „ „ „	4,9					

Beträgt bei den 14teiligen Zahlen- und Buchstabenreihen

die Zahl der Treffer	0	1	2	3	4	5	6
so wächst diese durch 1 (Neu-)Wiederholung um	4,1	3,5	2,8	2,1	1,7	1,2	0,6
„ 2 „ Wiederholungen „	5,4	4,7	3,9	3,2	2,5		
„ 3 „ „ „	6,4						

Beträgt bei den 16teiligen Zahlen- und Buchstabenreihen

die Zahl der Treffer	0	1	2	3	4	5	6	7
so wächst diese durch 1 (Neu-)Wiederholung um	4,1	3,7	3,2	2,8	2	1,4	1,1	0,6
„ 2 „ Wiederholungen „	5,8	5,1	4,2	3,6	2,8	2	1,2	
„ 3 „ „ „	6,8							

Beträgt bei den 16teiligen Silbenreihen

die Zahl der Treffer	0	1	2	3	4	5	6	7
so wächst diese durch 1 (Neu-)Wiederholung um	2,7	2,3	2,3	1,6	1,4	1,3	0,8	0,5
„ 2 „ Wiederholungen „	4,2	3,5	2,7	1,9	1,9	1,8	1,1	
„ 3 „ „ „	4,6	3,9	3,4	2,9	2,6	2	1,3	
„ 4 „ „ „	5,2	4,7	4,2	3,5	3	2,3		
„ 5 „ „ „	6,3							
„ 6 „ „ „	6,9							

Eine bessere Übersicht über diese Werte gewähren die folgenden Kurven, die dadurch erhalten sind, dafs der Zahl der von einer Reihe gelieferten Treffer (als Abszisse) der bei dieser Trefferzahl durch 1 bzw. 2, 3 ... (Neu-)Wiederholungen erzielte Trefferzuwachs (als Ordinate) zugeordnet wurde.

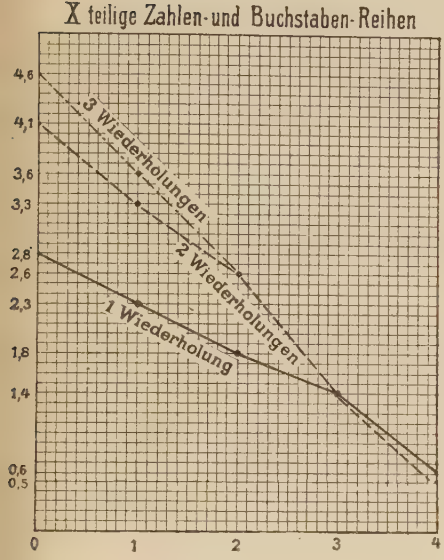


Fig. 8.

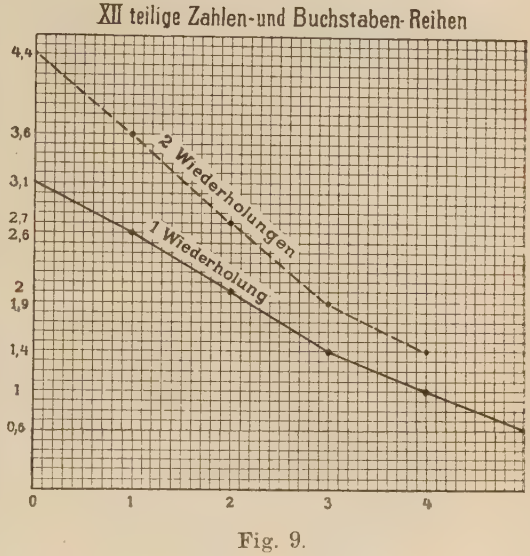


Fig. 9.

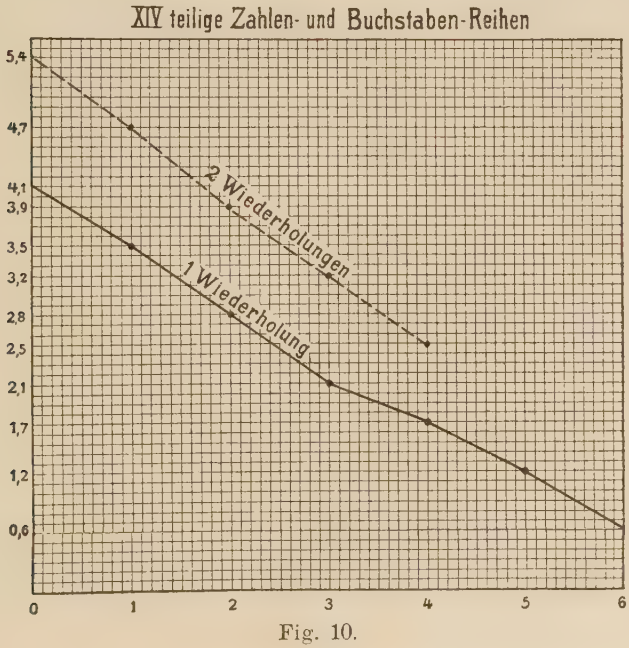


Fig. 10.

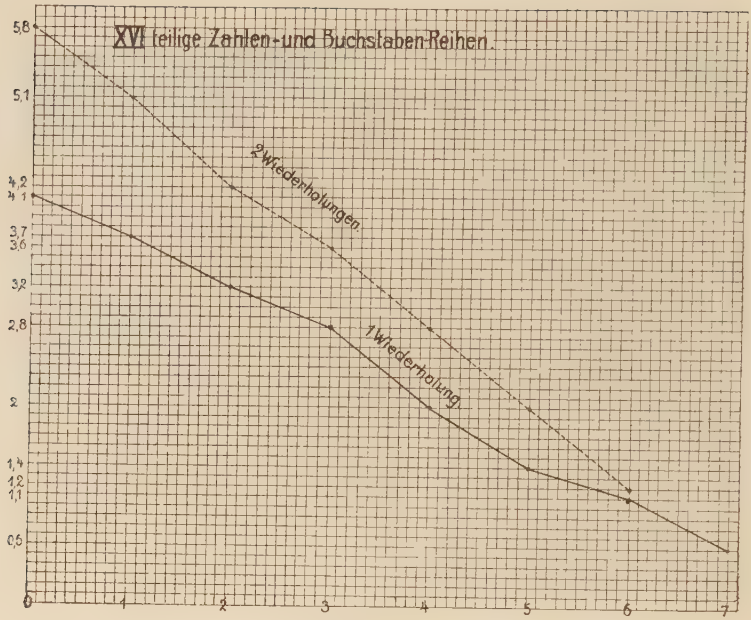

XVI teilige Zahlen- und Buchstaben-Reihen.
2 Wiederholungen.
1 Wiederholung.
5,8
5,1
4,2
4,1
3,7
3,6
3,2
2,8
2
1,4
1,2
1,1
0,6
0
1
2
3
4
5
6
7

Fig. 11.

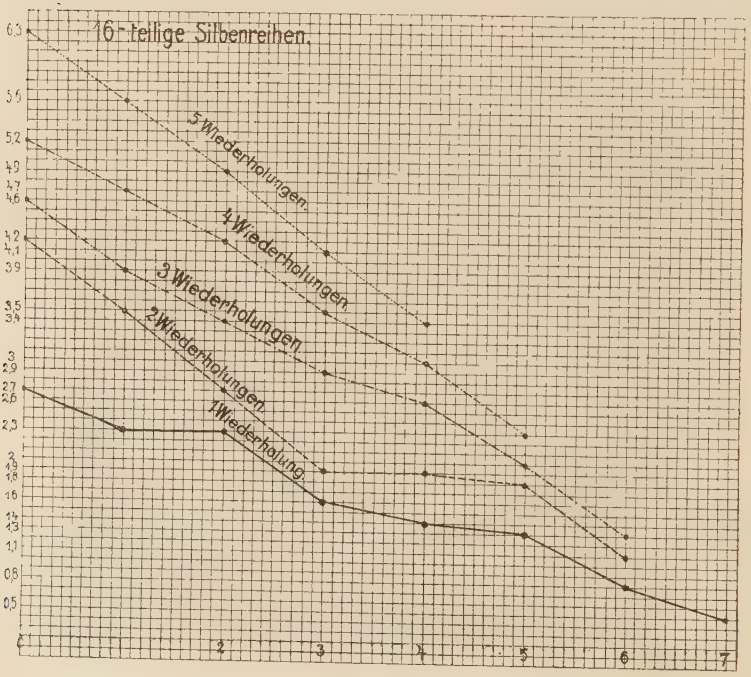

16-teilige Silbenreihen.
5 Wiederholungen.
4 Wiederholungen.
3 Wiederholungen.
2 Wiederholungen.
1 Wiederholung.
6,3
5,6
5,2
4,9
4,7
4,6
4,2
4,1
3,9
3,5
3,4
3
2,9
2,7
2,6
2,3
2
1,9
1,8
1,6
1,3
1,1
0,8
0,5
1
2
3
4
5
6
7

Fig. 12.

Das ausnahmslose Abfallen dieser Kurven heifst:

Jede Anzahl von Wiederholungen trägt um so mehr zur Erhöhung der Trefferzahl eines Stoffes bei, je geringer dieselbe zuvor war.

Dafs die Kurven für die Zahlen- und Buchstabenreihen nur wenig von geraden Linien abweichen, d. h. dafs die durch 1, 2 . . . (Neu-)Wiederholungen erzielten Trefferzuwüchse mit zunehmenden Trefferstärken linear abnehmen, mag z. T. durch die Art und Weise der Interpolation bedingt sein; aber eben nur zum Teil. Denn schon der Umstand, dafs die Kurven der Silbenreihen die aus weniger Versuchen gewonnen, also weniger ausgeglichen sind, diesen Charakter nicht haben, zeigt, dafs die Geradlinigkeit tatsächlich etwas dem Lernprozefs — wenigstens für Buchstaben- und Zahlen- sowie für sinnlose Silbenreihen — Charakteristisches ist. Die Geradlinigkeit entspricht dem Umstande, dafs in den auf Seite 18 gezeichneten Kurven (Fig. 3—7) die Ordinatendifferenzen lineare Funktionen der Ordinaten sind, d. h. dafs jene im wesentlichen den Charakter von Exponentialkurven haben.

Es hat sich also bei meinen Versuchen nach dem Trefferverfahren im grofsen Ganzen, nur in etwas höherem Grade, das bestätigt gefunden, was Ebbinghaus in seinen Versuchen nach dem Ersparnisverfahren bereits für höhere Wiederholungszahlen fand, und auch für geringere, „bei genauerer Untersuchung" (S. 84) vermutete, und wofür er auch in seinen Versuchen nach der Methode der Hilfen eine „leichte Neigung" zu entdecken glaubte (S. 625).

§ 3.

Theoretische Erklärung der Resultate.

Es fragt sich nun, worauf diese Eigentümlichkeit des Lernprozesses beruht, dafs die späteren Wiederholungen nicht ebensoviel zum Erlernen eines Stoffes beitragen wie die früheren. Bei den höheren Wiederholungszahlen ist das Abflachen der Lernkurve bedingt z. T. durch die begrenzte Gröfse des Stoffes. Denn wenn von einer 12teiligen Reihe bereits fünf Assoziationen erlernt sind, so kann der durch eine weitere Wiederholung erzielte Trefferzuwachs eben unter keinen Umständen mehr als 1 betragen. Und schliefslich mufs er sogar einmal 0 werden und bleiben, d. h. die Kurve mufs in eine Parallele zur x-Achse über-

gehen. Dafs in einigen Versuchsreihen die Kurve sogar wieder fällt, liegt daran, dafs bei den hohen Wiederholungszahlen, bei denen so wie so schon häufig die Höchstzahl der Treffer erreicht wird, nicht mehr extrem niedrige Einzelwerte durch extrem hohe ausgeglichen werden können.

Um aber die Frage nach dem Grunde des immer abnehmenden Wertes der einzelnen Wiederholungen exakter beantworten zu können, ist eine Analyse des Lernprozesses erforderlich.

Durch das einmalige Lesen einer 16teiligen Silbenreihe werden bekanntlich nicht alle acht Assoziationen, auf die es ankommt, in gleicher Stärke geknüpft. Vielmehr sollen bzw. die erste, die zweite und die letzte Assoziation bereits über die Reproduktionsschwelle gehoben werden, während die anderen sich noch verschieden weit von ihr entfernt befinden; graphisch dargestellt:

Fig. 13.

Es folge nun eine zweite Wiederholung, von der man natürlich annehmen kann, dafs sie faktisch ebensoviel leistet, als die erste. Aber auch bei ihr wird die vorhandene geistige Energie nicht gleichmäfsig auf die acht Assoziationen verteilt. Vielmehr werden auch bei ihr 1. aus demselben Grunde, wie vorher, gewisse, und zwar dieselben, Assoziationen bevorzugt, 2. aber auch eben aus dem Grunde, weil diese bereits die bekannteren sind

und darum die Aufmerksamkeit in höherem Grade auf sich ziehen. Und nur ein geringer Rest kann dazu verwandt werden, ein oder zwei bereits nahe an der Reproduktionsschwelle befindliche Assoziationen über diese zu heben. Da aber der ersterwähnte Erfolg der Wiederholung nur dazu beitragen kann, die Reproduktions*zeit* gewisser Assoziationen zu verkürzen, so ist der in Trefferzuwüchsen ausdrückbare Erfolg dieser zweiten Wiederholung naturgemäfs ein geringerer als der der ersten. Und um so mehr wird das bei jeder folgenden Wiederholung der Fall sein; denn während der erste der oben angeführten Gründe unverändert bestehen bleibt, wird zweitens noch dazu die Differenz in den Stärken der einzelnen Assoziationen immer gröfser, so dafs die stärkeren Assoziationen einen immer gröfser werdenden Bruchteil der Aufmerksamkeit absorbieren, und schliefslich vielleicht gar nichts mehr davon für gewisse vernachlässigte Assoziationen übrig bleibt. So kann es dazu kommen, dafs, ohne dafs etwa alle möglichen Treffer erzielt sind, sich die Trefferzahl auch bei einer grofsen Anzahl von Wiederholungen nicht mehr erhöht, weil immer und immer wieder über die noch unbekannte Assoziation hinweggelesen wird, bis sie vielleicht endlich der Versuchsperson auffällt, ihr Unbekanntsein bemerkt, und nun willkürlich die Aufmerksamkeit auf sie gerichtet wird.

So kann man das Assoziationsgesetz aufstellen:

Je stärker eine Assoziation ist, um so mehr wird sie durch eine Neuwiederholung verstärkt. Dieses Gesetz erklärt sich aus der Tatsache der Aufmerksamkeit, dafs nämlich je stärker ein Reiz (oder eine Vorstellung) ist, er desto mehr die Aufmerksamkeit auf sich zieht. —

Man könnte noch meinen, dafs das eben aufgestellte Gesetz mit dem zuvor (auf S. 25) von mir aufgestellten in Widerspruch stehe. Jedoch war dort von der Assoziationsstärke ganzer Reihen die Rede, hier aber von der Stärke einzelner Assoziationen. Denn je gröfser die Assoziationsstärke einer Reihe ist, je mehr Treffer sie also liefert, je mehr starke Assoziationen sie demnach enthält, desto weniger kommt von einer Neuwiederholung nach dem eben formulierten Gesetze den schwachen Assoziationen zugute, und desto weniger wird also die Trefferzahl durch eine Neuwiederholung erhöht.

Sechstes Kapitel.

Die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden alte Assoziationen.

§ 1.

Der Trefferzuwachs als Funktion des Alters.

Im vorigen waren die Resultate der Versuchsreihen 24—27 noch nicht berücksichtigt worden, soweit sie die Reihen betrafen, in denen nach einer gewissen Anzahl von Wiederholungen eine Pause eingeschaltet worden war, und einen Vergleich zwischen diesen und den ohne eingeschobene Pause erlernten Reihen ermöglichen. Dadurch, dafs in einem Teil der gelernten Reihen 5 bzw. 6, 7, 14, 21 Wiederholungen 24 Stunden (in Versuchsreihe 27 $^3/_4$ Stunden) vor dem endgültigen Erlernen erfolgten, bei den übrigen aber die Reihen ohne eine solche Verteilung der Wiederholungen erlernt wurden, erhielt ich einerseits „alte" Assoziationen, deren Stärke durch die nach 0 Neuwiederholungen erzielten Treffer gemessen wurde, andererseits „junge" Assoziationen wie in den übrigen Versuchsreihen. Wie die Übersicht über die Versuchsresultate auf S. 20 zeigt, lieferten die alten Reihen in Versuchsreihen

24	durchschnittlich	1,1
25	„	0,6
26	„	0,5 bzw. 0,6 bzw. 0,9
27	„	4,9 Treffer.

Da diese Zahlen alle verschieden sind, und auch, weil eben für jede Versuchsreihe nur eine solche Zahl gegeben ist, eine Interpolation unmöglich ist, so mufste auf eine Berechnung von Durchschnittszahlen aus allen diesen gleichartigen Versuchsreihen verzichtet und für jede besonders die zweckentsprechenden Berechnungen angestellt werden.

Es handelte sich, wie gesagt, um einen Vergleich des Einflusses von Neuwiederholungen auf alte und jung assoziierte Reihen. Es ergab sich nun aus den Versuchen, dafs z. B. in Versuchsreihe 24, eine Reihe, die noch 1,1 über der Reproduktionsschwelle befindliche Assoziationen enthält, die Zahl dieser

durch	eine	Neuwiederholung	erhöht	wird	um 3,
„	zwei	Neuwiederholungen	„	„	„ 4,1,
„	drei	„	„	„	„ 5,5,
„	vier	„	„	„	„ 6,4.

Da aber noch die entsprechenden Vergleichszahlen für die junge Reihe fehlen, und diese natürlich nie genau dieselben durchschnittlichen Trefferzahlen liefern, so können diese nur durch Interpolation gewonnen werden, von der hier dasselbe zu sagen ist, wie es bereis im fünften Kapitel gesagt ist. So findet man, wenn die entsprechenden Werte für die alten und die jungen Reihen zusammengestellt werden, folgende Differenzen in den durch verschiedenmalige Wiederholungen erzielten Trefferzuwüchsen:

Versuchsreihe	Trefferzahl	Der durch n Neuwiederholungen	erzielte Trefferzuwachs ist bei alten Reihen	erzielte Trefferzuwachs ist bei jungen Reihen	beträgt also bei alten Reihen mehr
24	1,1	n = 1	3	2,4	0,6
		2	4,1	3,4	0,7
		3	5,5	3,8	1,7
		4	6,4	4,8	1,6
25	0,6	1	1,8	2,8	1
		2	3	5,1	2,1
		3	3,1	6,2	3,1
		4	4,1	6 9	2,8
		5	5,7	6,7	1
26	0,5	1	1,4	1,4	0
		2	2	2,9	0,9
		3	3,7	6	2,3
	0,6	1	1,3	2,6	1,3
		2	2	4,2	2,2
		3	3,6	5,9	2,3
	0,9	1	1	2,9	1,9
		2	2,1	4,9	2,8
		3	3,3	6,1	2,8
27	4,9	1	1,7	1,4	—0,3
		2	1,5	1,3	—0,2
		3	2	2,2	0,2
		4	2,4	2,9	0,5

Wie diese Tabelle wohl deutlich genug zeigt, ist der Wert einer oder mehrerer Neuwiederholungen stets für 24 Stunden alte Reihen — die Reihen in Versuchsreihen 27 waren nur $^3/_4$ Stunden alt — beträchlich gröfser als für junge Reihen. Man kann daher den Satz aufstellen: Liefern zwei verschieden alte, gleichlange Reihen gleich viele Treffer, so wird

die Zahl der letzteren durch Neuwiederholungen bei der älteren schneller vermehrt als bei der jüngeren — allerdings nur wenn der Altersunterschied mehr als $^3/_4$ Stunden beträgt.

§ 2.

Der Trefferzuwachs als Funktion der ehemaligen Assoziationsstärke.

Will man die Trefferzahl als Maßstab für die Assoziationsstärke gelten lassen, so gelangt man zu einer neuen Bestätigung des ersten Jost'schen Satzes, welcher lautet: Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat eine Neuwiederholung für die ältere größeren Wert. Zur Erklärung dieser Tatsache sei zunächst an die von Müller und Pilzecker (a. a. O. S. 240) aufgestellten Behauptungen erinnert, aus der man folgern kann, daß die verschieden starken Assoziationen einer Reihe in der Zeit gleichmäßig abfallen, d. h. daß die Differenzen ihres Niveaus dieselben bleiben. Daher kann gleiche Trefferzahl in zwei verschieden alten Reihen als Hinweis darauf betrachtet werden, daß sich auch die noch unter der Reproduktionsschwelle befindlichen Assoziationen in beiden Reihen hinsichtlich ihrer Stärke etwa gleichmäßig verhalten. Wenn also eine Neuwiederholung in zwei solchen gleich viele Treffer liefernden, nur verschieden alten Reihen, die Trefferzahl in den alten mehr als in der jungen erhöht, so kann das nicht dadurch bedingt sein, daß etwa in der älteren Reihe die Assoziationen, die sich noch unter der Reproduktionsschwelle befanden, ihr doch mehr genähert waren, als die jungen. Vielmehr kann der Grund hierfür nur in einer anderen Eigenschaft der älteren Assoziation liegen, daß sie nämlich früher einmal stärker gewesen sein müssen, als es jetzt die jungen sind, als es also die jungen überhaupt jemals waren. Und da nun, wie im vorigen Kapitel auseinandergesetzt, diejenige von zwei Assoziationen durch eine Neuwiederholung mehr gekräftigt wird, die die stärkere ist, so darf man wohl annehmen, daß dies auch dann der Fall ist, wenn die Differenz in der Stärke für verschiedene Zeiten gilt. Wenn man sich den physiologischen Vorgang etwas grob vorstellen will, so kann man etwa sagen: Eine Assoziationsbahn, die einmal sehr gangbar gewesen ist, wird, auch wenn sie lange nicht funktioniert hat, leichter wieder in Funktion versetzt, als

eine, die zwar momentan ebenso gangbar ist, aber auch niemals gangbarer war, und zwar kann jene um so leichter wieder in Funktion versetzt werden, je gangbarer sie früher war. Nur so ist es zu erklären, dafs bei gleich alten und gleich stark assoziierten Reihen diejenige durch eine Neuwiederholung begünstigt wird, die früher durch eine gröfsere Anzahl von Wiederholungen eingeprägt war, die aber diesen Vorteil vor den anderen im Laufe der Zeit wieder eingebüfst hat.

Es sei hierfür auf Versuchsreihe 26 verwiesen. Die Reihen, die 24 Stunden zuvor mit 7, 14 oder 21 Wiederholungen eingeprägt worden waren, besafsen etwa gleichviel (0,5; 0,6; 0,9) über der Schwelle befindliche Assoziationen; aber der Einfluſs der ehemalig verschiedenen Assoziationsstärke trat doch dann in dem Unterschiede der durch die Neuwiederholungen erzielten Trefferzuwüchse deutlich hervor.

All das Gesagte scheint aber nicht für Versuchsreihe 27 zu gelten, denn hier unterscheiden sich die bei den alten und bei den jungen Reihen erzielten Trefferzuwüchse so gut wie gar nicht voneinander. Vielleicht liegt das daran, dafs der Unterschied in der ehemaligen Stärke der alten und der gegenwärtigen der jungen Reihen hier nur — wenn der Ausdruck erlaubt ist, — 2,3 Treffer beträgt, während er in den anderen Versuchsreihen, für die das eben formulierte Gesetz gilt, 5,6 und mehr Treffer grofs war. Vielleicht, dafs das Gesetz wegen dieses, durch die kleinere Pause bedingten, verhältnismäfsig geringen Unterschiedes nicht deutlich in Kraft treten konnte.

Wenn hiernach zum Schlufs die Ergebnisse sämtlicher Versuche in ein Gesetz zusammengefafst werden sollen, so kann dieses lauten:

Eine Neuwiederholung wirkt auf diejenige Assoziation am stärksten, die zu einer beliebigen Zeit vorher am stärksten eingeprägt worden war.

Siebentes Kapitel.

Nebenresultate der Versuche.

§ 1.

Das Erlernen verschieden langer Reihen.

Wie erwähnt, wurden in den Versuchsreihen 21—23 die Versuche mit 10-, 12-, 14- und 16teiligen Reihen so angestellt,

dafs die für sie gewonnenen Resultate miteinander verglichen werden konnten.

Betrachtet man die aus allen 3 Reihen gewonnenen Durchschnittswerte, so erhält man

nach	1	2	3	4	Wiederholungen
bei 10teiligen Reihen	3,1	4,4	4,7	4,8	
„ 12 „ „	3,5	4,8	5,1	5,6	
„ 14 „ „	4,6	5,6	6,4	6,6	
„ 16 „ „	4,5	6,2	6,9	6,8	Treffer

Wie aus diesen Zahlen und noch deutlicher aus der graphischen Darstellung hervorgeht, werden durch eine bestimmte Zahl von Wiederholungen um so mehr Treffer erhalten, je mehr zu erlernende Assoziationen die Reihe enthält. Um den verschiedenen Einflufs von Wiederholungen deutlicher zu zeigen, seien wiederum wie früher die Trefferzuwüchse für die verschiedenen bereits zuvor erreichten Trefferzahlen berechnet (Fig. 14).

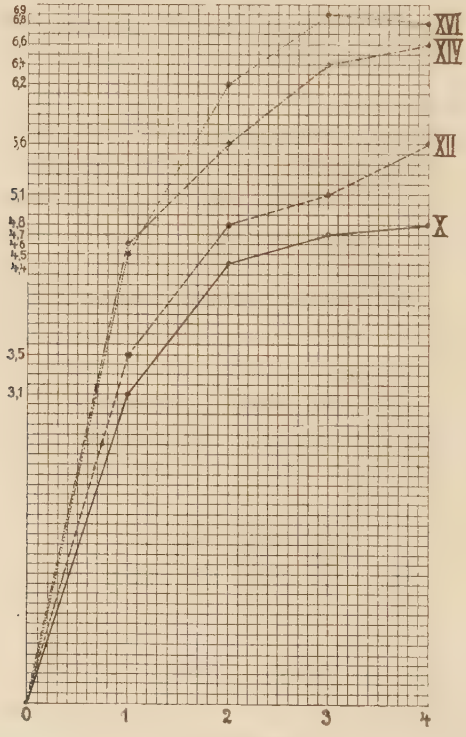


Fig. 14.

Man erhält alsdann, wenn ebenfalls des Vergleichs wegen auf die ganzen Zahlen interpoliert wird, folgende Werte:

Der Trefferzuwachs, der durch	1				2				3				4				Wiederholungen
erzielt wird, beträgt in den	10	12	14	16	10	12	14	16	10	12	14	16	10	12	14	16	teil. Reihen
wenn d. Trefferzahlen vorher betragen:																	
0	3,1	3,5	4,6	4,5	4,4	4,8	5,6	6,2	4,7	5,1	6,4	6,9	4,8	5,6	6,6	6,8	
1	2,5	2,9	3,8	3,9	3,5	3,9	4,8	5,4	3,7	4,2	5,4	5,9					
2	2	2,2	3	3,2	2,6	3	4	4,5	2,8	3,4	4,5	4,9					
3	1,4	1,6	2,2	2,6	1,7	2,1	3,2	3,7	1,8	2,5	3,6	3,8					
4	0,6	0,9	1,5	2	0,8	1,3	2,3	2,9									

Es seien diese Resultate gleichfalls graphisch dargestellt, aber der gröfseren Exaktheit wegen hier nicht die interpolierten, sondern die wirklich gewonnenen Werte zugrunde gelegt (Fig. 15—17).

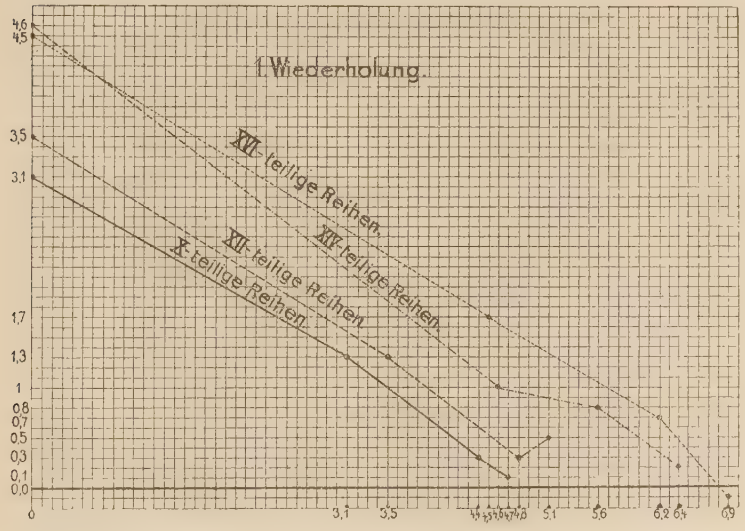


Fig. 15.

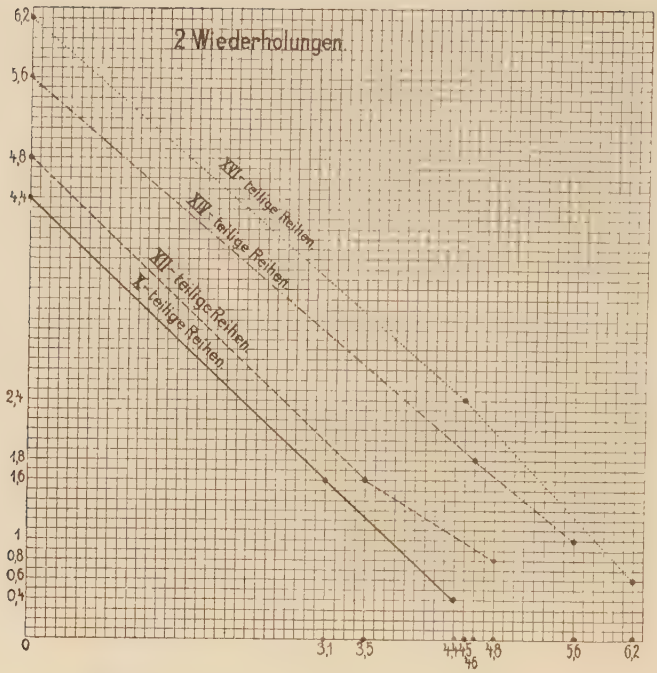

2 Wiederholungen.
XXI- teilige Reihen.
XII- teilige Reihen.
XII- teilige Reihen.
X- teilige Reihen.
6,2
5,6
4,8
4,4
2,4
1,8
1,6
1
0,8
0,6
0,4
0
3,1
3,5
4,8
5,6
6,2

Fig. 16.

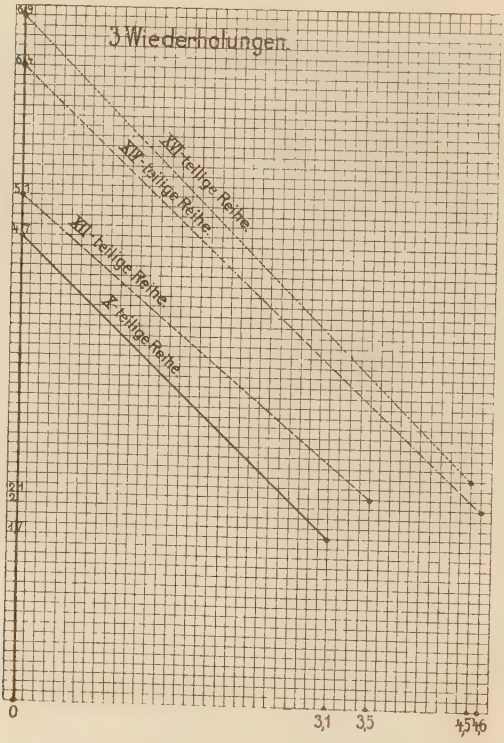

3 Wiederholungen.
XII-teilige Reihe.
XII-teilige Reihe.
XII-teilige Reihe.
X-teilige Reihe.
0
3,1
3,5
4,5
4,6

Fig. 17.

Die Abszissen bedeuten, wie oben, die Zahl der Treffer, die die Reihe vor der betreffenden Wiederholung lieferte, die Ordinaten den durch diese erzielten Treffenzuwachs.

Wie hieraus noch deutlicher als zuvor ersichtlich, erhöht sich die Trefferzahl einer Reihe um so schneller, je mehr zu stiftende Assoziationen vorhanden sind.

Es tritt also hier die auffallende Tatsache hervor, dafs die längeren Reihen ungefähr ebenso schnell erlernt werden, als die kürzeren, indem eben jede einzelne Wiederholung dort mehr leistet als hier.

Man könnte zunächst meinen, dafs dies daran liegen könne, dafs bei den kurzen Reihen nicht die ganze zur Verfügung stehende geistige Energie zur Verwendung gelangen könnte. Aber wenn mehr geistige Energie zur Verfügung stände, als für das Lernen so kurzer Reihen erforderlich ist, so müfsten doch wenigstens alle möglichen Treffer erreicht werden. Das ist aber nach einer Wiederholung nur sehr ausnahmsweise einmal der Fall. Für die höheren Wiederholungszahlen aber hat diese Erklärung sicherlich viel Berechtigung.

Wenn aber durch die 1. Wiederholung

in	den	10	teiligen	Reihen 61 %
„	„	12	„	„ 58 %
„	„	14	„	„ 66 %
„	„	16	„	„ 56 %,

also in allen ein etwa gleich grofser Bruchteil der im ganzen zu erlernenden Assoziationen erlernt werden, ohne dafs doch im allgemeinen die Höchstzahl der Treffer erreicht wird, so läfst sich das nur folgendermafsen erklären:

Zunächst mufs vorausgeschickt werden, dafs die erstrebte gleich leichte Erlernbarkeit der einzelnen Kombinationen aus Zahlen und Buchstaben, ein nie erreichbares Ideal ist, solange man nicht weifs, warum einzelne dieser Assoziationen von den Versuchspersonen als besonders leichte (z. B. 84 g von G. W.), andere als besonders schwer zu erlernende bezeichnet werden. Man darf ferner annehmen, dafs diese leichten Assoziationen sich im grofsen ganzen ziemlich gleichmäfsig verteilt haben werden, d. h. dafs die Häufigkeit ihres Vorkommens in den 10-, 12-, 14- und 16 teiligen Reihen sich wie 5 : 6 : 7 : 8 verhält. Schliefslich ist auch wohl die Annahme erlaubt, dafs auch noch 8 Asso-

ziationen, d. i. eine 16 teilige, — eine meiner längsten — Reihe unter Umständen, nämlich dann, wenn es lauter solche „leichte“ Assoziationen sind, schon durch eine Lesung erlernt werden können, dafs also jedenfalls in allen Reihen nach einer Wiederholung immer alle leichten Assoziationen Treffer liefern, während umgekehrt wahrscheinlich auch in den kurzen Reihen durch eine Wiederholung „schwere“ Assoziationen noch nicht reproduzierbar werden.

Sind also die leichten Assoziationen gleichmäfsig verteilt, z. B. so, dafs unter 5 Assoziationen immer 3 leichte sind, und werden diese immer, aber nur diese, durch eine Lesung erlernt, so würde man erhalten:

bei	den	10	teiligen	Reihen	3	Treffer
„	„	12	„	„	3,6	„
„	„	14	„	„	4,2	„
„	„	16	„	„	4,8	„

Und diese Zahlen kommen in der Tat den von mir erhaltenen ziemlich nahe, was zu zeigen scheint, dafs meine Annahmen einige Berechtigung haben.

Ist diese Erklärung richtig, so folgt daraus, wie ja selbstverständlich, dafs die gefundene, gleichmäfsig schnelle Erlernbarkeit verschieden langer Reihen nur für Reihen gilt, die verhältnismäfsig kurz sind und sich nur so verhältnismäfsig wenig hinsichtlich ihrer Länge unterscheiden.

§ 2.

Treffer- und Fehleranalyse.

Eine Fehleranalyse läfst sich nach 3 Gesichtspunkten vornehmen.

1. Man kann, um den Gedächtnistypus der Versuchspersonen festzustellen, untersuchen, ob Vokale seltener falsch genannt werden, als Konsonanten, ob mehr ähnlich klingende oder mehr ähnlich aussehende Buchstaben verwechselt werden etc. Doch sei auf diesen Teil einer Fehleranalyse verzichtet, weil die längsten Versuchsreihen noch zu kurz waren, als dafs sich auch nur für einige Versuchspersonen sichere eindeutige Resultate hätten gewinnen lassen können.

2. Es war ferner festzustellen, welchen Einfluſs die absolute Stelle eines Elementes in der Reihe auf seine gröfsere oder ge-

ringere Erlernbarkeit ausübt. Von sämtlichen Treffern fielen auf die

	an	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	Stelle stehenden Buchstaben bzw. Silben
		%	%	%	%	%	%	%	%	
b. d. 10 teil. Zahlen- u. Buchstabenreihen		20	20	21	19	21				
„ „ 12 „ „ „ „		16	17	17	15	17	18			
„ „ 14 „ „ „ „		13	14	14	14	15	15	15		
„ „ 16 „ „ „ „		13	13	13	12	13	12	12	13	
„ „ 16 „ Silbenreihen		13	11	11	12	13	12	13	15	

d. h. also, dafs weder bei den Zahlen- und Buchstabenreihen noch bei den sinnlosen Silbenreihen ein oder mehrere bestimmte Stellen in der Lernreihe besonders bevorzugt worden sind. Dieses Resultat steht durchaus in Widerspruch mit bisher hierüber veröffentlichten Resultaten, z. B. denen von Smith, die stets das erste und das letzte Element der Reihe als besonders begünstigt hinstellen.

Für das letzte Element trifft das allerdings ja auch in meinen Versuchen wenigstens insoweit zu, als in keiner der Versuchsreihen eine andere Stelle in der Reihe mehr Treffer lieferte, als die letzte, aber der Unterschied ist doch recht unbedeutend; er beträgt, wie man aus vorstehender Tabelle ersieht, nirgends mehr als 4 %. Das die Vorteile der ersten Assoziation einer Reihe in vorliegenden Versuchen nicht zutage treten, liegt an der Art und Weise der Prüfung. Die Pause zwischen dem letztmaligen Lesen der 1. Assoziation und ihrer Prüfung beträgt mindestens eine Reihenlänge — nämlich, wenn die 1. Assoziation auch zuerst geprüft wird; das fand aber bei den Silbenreihen nur in $^1/_8$ der Fälle statt; sonst war die Pause sogar immer noch gröfser; in $^1/_8$ der Fälle, nämlich, wenn die 1. Assoziation zuletzt geprüft wurde, betrug sie sogar die Länge der Lernreihe und die der Prüfungsreihe.

Alle weiter hinten in der Lernreihe stehenden Elemente sind also in dieser Beziehung mehr begünstigt, und zwar um so mehr, je näher sie dem Ende stehen, am meisten demnach die letzte, bei der die Prüfung in $^1/_8$ der Fälle sogar unmittelbar auf ihr letztmaliges Lesen folgte, und höchstens die Länge der Prüfungsreihe betragen konnte. Vielleicht, dafs durch diese

Verfahrungsweise die Verschiedenheit in der Erlernbarkeit, die sonst durch die Stelle in der Reihe bedingt ist, beseitigt wurde.

3. Ferner ist die Feststellung der relativen Stärke der mittelbaren Assoziationen auf folgende Weise versucht worden. Unter den Fällen, in denen fälschlich an Stelle des auf das vorgezeigte Element unmittelbar folgenden ein anderes derselben Reihe genannt wurde, wurde gezählt, wieviel mal das zweitfolgende, das drittfolgende etc. sowie auch das letztvorhergehende, das zweitvorhergehende etc. vorkam.

So sind die in den folgenden Kurven dargestellten Werte gewonnen worden. Die Abszissen geben an, um wieviel Elemente das reproduzierte Element von dem vorgezeigten entfernt stand, und zwar bezeichnen die positiven Abszissen die vorwärtsläufigen, die negativen die rückwärtsläufigen Assoziationen. Als zugehörige Ordinate ist die Häufigkeit des Vorkommens der betreffenden Assoziationen, ausgedrückt in Prozenten des Nennens überhaupt eines falschen Elementes eingetragen (Fig. 18—22).

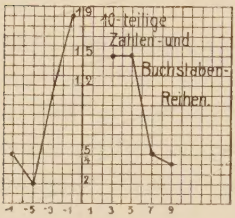


Fig. 18.

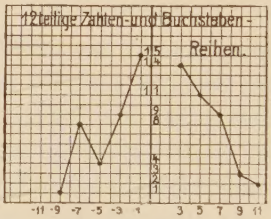


Fig. 19.

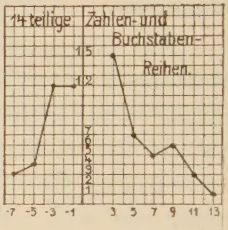


Fig. 20.

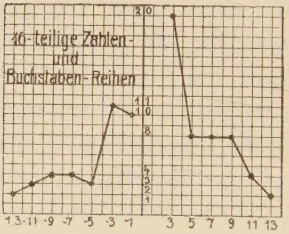


Fig. 21.

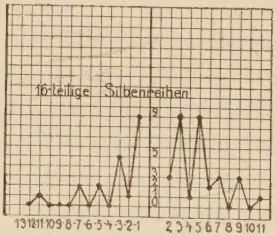


Fig. 22.

Die Kurven bedürfen wohl keiner weiteren Erörterungen. Ihr ziemlich eckiger Verlauf zeigt, dafs die Elemente sich nicht nur gemäfs ihrer Entfernung voneinander, sondern zum grofsen Teil auch aus anderen Gründen — vielleicht Ähnlichkeit des

Aussehens oder des Klanges u. dgl. — miteinander assoziieren. Immerhin aber nimmt doch die Häufigkeit einer Assoziation zwischen zwei Elementen mit ihrer Entfernung voneinander ab. Ferner sind im allgemeinen die vorwärtsläufigen Assoziationen zwischen zwei Elementen häufiger als die rückwärtsläufigen zwischen zwei gleich weit voneinander entfernten Elementen. Was die Zickzackform der letzten Kurve betrifft, so zeigt sie, dafs im allgemeinen häufiger unbetonte mit unbetonten, als unbetonte mit betonten Silben verwechselt wurden. Bei den Zahlen- und Buchstabenreihen kamen natürlich solche Verwechselungen gar nicht vor, weil hier die betonten Elemente Zahlen, die unbetonten Buchstaben waren.

(*Eingegangen am 8. März 1904.*)

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.